

Helsinki 24.5.2004

PCT / F 1 2 0 0 4 / 0 0 0 4 5 5

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T

REC'D 10 AUG 2004  
WIPO PCT



Hakija  
Applicant

Outokumpu Oyj  
Espoo

Patentihakemus nro  
Patent application no

20031119

Tekemispäivä  
Filing date

31.07.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

C22B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja laite metallinpoiston ohjaamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Pirjo Kalla  
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €.  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## MENETELMÄ JA LAITE METALLINPOISTON OHJAAMISEKSI

## KEKSINNÖN ALA

5 Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osassa määritelty menetelmä ja patenttivaatimuksen 13 johdanto-osassa määritelty laite metallinpoiston, esim. koboltin, nikkelin, kuparin, germaniumin ja kadmiumin poiston, ohjaamiseksi sinkinvalmistuksen yhteydessä.  
10

## KEKSINNÖN TAUSTA

15 Hydrometallurgisessa sinkinvalmistusproses-  
sissa sinkkipitoinen malmi rikastetaan, pasutetaan ja liuotetaan rikkihappoon. Liuotuksessa vapautuu sinkin ohella myös kuparia, kobolttia, nikkelia ja kadmiumia sekä germaniumia ja antimonia. Nämä metallit tai puolimetallit, so. epäpuhtaudet, poistetaan tai erotetaan  
20 liuoksesta pelkistämällä sinkkipulverilla liuospuhdistusprosessissa. Näiden metallien erottaminen voidaan suorittaa yhdessä tai useammassa vaiheessa sinkkipitosesta liuoksesta saostusreaktoreissa tai vastaavissa. Em. metallien poistamisen jälkeen sinkki pelkistetään elektrolyyttisesti sinkkisulfaattiliuoksesta. Epäpuhtaudet täytyy poistaa sinkkipitosesta materiaalia-  
25 lista sinkinvalmistuksessa, jotta aikaansaadaan onnistunut ja tehokas elektrolyysi sinkin pelkistämiseksi. Etenkin Ge ja Sb sekä rautaryhmän metalli-ionit  $Co^{2+}$  ja  
30  $Ni^{2+}$  kiihyttävät elektrolyysisä kerrostuvan sinkin takaisinlikenemista, johtuen sähkövirran tehokkuuden laskuun.

35 Halutun metallin erotustehokkuuden parantamiseksi ja erotuksen nopeuttamiseksi liuospuhdistusprosessissa liuokseen syötetään metallista sinkkijauhetta, ja lisäksi ainakin yhtä aktivaattoria. Aktivaattori aktivoi epäpuhtausmetallin erotusta. Lisäksi metalli

lin erotus- tai saostusnopeuteen voidaan usein vaikuttaa saostusliuoksessa olevalla saostuneella lopputuotteella tai sen ominaisuudella. Aktivaattorin tai saostuneen metalliyhdisteen partikkelienv pintojen on oltaa puhtaat, jotta ne aktivoivat saostusreaktiota.

Entuudestaan tunnetaan runsaasti erilaisia tapoja metallinpoiston optimoimiseksi. On tunnettua mitata redox-potentiaalia ja metallipoistoseoksen pH-arvoja saostusreaktorin sisällä. Mittaustulosten avulla on säädetty prosessin muuttujia, kuten sinkin kulutusta. Kuitenkin ongelmana on ollut reaktioseokseen upottujen redox-potentiaalin ja pH:n mittauselektrodienv likaantuminen ja siten mittaustulosvirheiden lisääntyminen.

Lisäksi jatkuvatoimisissa metallinpoistoprosesseissa on ollut ongelmana syötettävän sinkijauheen määrän säätäminen. Säätäminen on ollut vaikeaa, ja sinkijauhetta on syötetty runsaasti ylimäärin reaktioon nähdien.

20

## KEKSINNÖN TARKOITUS

Keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainitut epäkohdat. Erityisesti eksinnön tarkoituksena on tuoda esiin uusi ohjausmenetelmä ja -laite metallinpoiston tehostamiseksi ja optimoimiseksi sinkivalmistuksen yhteydessä. Lisäksi eksinnön tarkoituksena on optimoida sinkkipulverin kulutusta ja aikaansaada laadultaan parannettu ja puhtaampi sinkkipitoinen liuos jatkuvatoimisessa metallinpoistossa.

## KEKSINNÖN YHTEENVETO

Keksinnön mukaiselle menetelmälle ja laitteelle on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksissa.

Keksintö perustuu menetelmään jatkuvatoimisen metallinpoiston ohjaamiseksi sinkinvalmistusprosessin yhteydessä, jossa metallinpoisto suoritetaan yhdessä tai useammassa reaktorissa. Reaktorin yhteydessä mitaan 5 redox-potentiaalia ja happamuutta ja/tai emäksisyttää, ja mittaustulosten perusteella säädetään metallinpoiston prosessimuuttuja haluttuun suuntaan. Keksinnön mukaisesti redox-potentiaalimittaukset suoritetaan reaktorissa syntyneestä lietteestä reaktorisäiliön 10 ulkopuolella, edullisesti lietteen ulostuloputken yhteydessä, ja mittausväline puhdistetaan ennalta määrityn aikavälin välein.

Lietteellä tarkoitetaan tässä yhteydessä kiintoaineepitoista liuosta, jonka kiintoaineepitoisuus voi 15 vaihdella täysin liuosmäisestä lähes kiinteään.

Metallinpoistossa, so. koboltin, nikkelin, kuperin tai kadmiumin poistossa, tavoitearvona on edullisesti saavuttaa epäpuhtausmetallien pitoisuus alle 0,2 20 mg/l kunkin metallin osalta sinkkipitoisessa liuoksessa. Germaniumin ja antimonin osalta tavoitearvo on alle 0.02 mg/l.

Eräässä sovelluksessa redox-potentiaali säädetään edullisesti alueelle -570 - -650 mV koboltin, nikkelin ja germaniumin saostamiseksi, ja alueelle -480 - 25 -550 mV kuparin saostamiseksi kalomelielektrodin suhteen.

Keksinnön etuna on redox-potentiaalin mittausvälineiden sijoittaminen reaktorin ulkopuolelle, jolloin mittausvälineet on helppo puhdistaa halutuin väliajoin. Tällöin estetään mittausvälineiden likaantuminen ja siitä johtuvat mittausvirheet, ja siten aikaansaadaan 30 stabiilimmat mittaukset.

Keksinnön ansiosta aikaansaadaan metallinpoistoprosessin tasainen ja häiriötön toiminta, jossa voidaan minimoida esim. syötettävän sinkkijauheen kulutusta ja säättää tarkasti muita prosessimuuttuja. Lisäksi aikaansaadaan hyvin puhdas sinkkiliuos sink-

kielektrolyysiä varten. Metallinpoistossa poistettavat metallit saadaan saostumaan kokonaisuutena paremmin keksinnön ansiosta.

Keksinnön eräässä sovelluksessa reaktoriliuoksen 5 happamuus ja/tai emäksisyys määritetään BT-arvon avulla. BT-arvo, niin sanottu takaisintitraus-arvo, kuvaa liuoksen happamuutta tai emäksisyyttä, se kuvaan prosessin tilaa tarkemmin kuin pH-arvo. BT-arvolla tarkoitetaan titrauksen käänepisteeseen pääsemiseen tarvittavaa happomääärää. BT-arvo kasvaa lietteen emäsluonteen lisääntyessä. BT-arvoon vaikuttavat syöttöliuoksen, so. sinkinvalmistusliuoksen, lisäksi sinkkijauheen määrä ja prosessiin syötetty paluuhappo. Sinkkijauheen liuetessa on pelkistysreaktiona joko epäpuhtausmetallin 10 saostuminen tai vedyn kehitys. Vedyn kehitys nostaa BT-arvoa. Prosessiin ylimäärin syötetty sinkkijauhe aiheuttaa siis BT:n kohoamisen. Korkea BT, esim. yli 3,5, aiheuttaa sen, että liukenevan sinkkijauheen pinnalle saostuu ei-toivottuja emäksisiä sinkkisulfaatteja ja 15 suoloja, mikä hidastaa jauhepartikkeliä liukenevista ja siten heikentää puhdistustulosta. Toisaalta ei-toivotut saostumat likaavat jo syntyneen lopputuotteen pintoja hidastaen epäpuhtauksien saostumista. Tällöin sinkkijauheen syöttöä täytyy lisätä halutun lopputuloksen 20 aikaansaamiseksi, mikä taas lisää kustannuksia. Lisäksi kyseiset emäksiset suolat saattavat nostaa metallinpoistossa käytettävän sakeuttimen ylitteen suodatukseen painetta, mikä vaikeuttaa suodatusta ja saattaa aiheuttaa kiintoaineen pääsemisen suodatinkankaiden läpi 25 suodokseen.

Edullisesti pyritään alhaiseen BT-arvoon noin 1,0-3,0, edullisimmin BT-arvoon noin 2.

BT-arvo määritetään sinänsä tunnetulla tavalla lisäämällä näytteeseen tietty määrä näytteen kanssa 35 reagoivaa reagenssia ja titraamalla reaktion jälkeen mittaliuoksella jäljellä oleva reagenssi.

Seuraamalla BT-arvoa ja säätmällä se edullisesti alhaiseksi voidaan aikaansaada hyvä sinkkiliuoksen puhdistustulos, tasalaatuinen liuos ja alhainen sinkkijauheen kulutus metallinpoistossa. Lisäksi BT-5 arvon ansiosta voidaan suorittaa tarkkoja määritysjä prosessitilan arvioimiseksi.

Keksinnön eräässä sovelluksessa määritetään reaktoriliuoksen kiintoaineepitoisuus. Seuraamalla ja säätmällä kiintoaineepitoisuus sopivaksi, edullisesti 10 välille 10-200 g/l, edullisemmin 30-100 g/l, aikaansaadaan paljon aktiivista reaktiopintaa, jolloin nopeuteitaan saostusta ja vaikutetaan sinkkijauheen kulutukseen.

15 Keksinnön eräässä edullisessa sovelluksessa mittaustulosten perusteella säädetään sinkkijauheen syöttöä metallinpoistoreaktoriin. Sinkkijauhetta syötetään edullisesti noin 0,3-0,9 g, edullisimmin noin 0,4-0,7 g, sinkkiliuoksen syöttölitraa kohden.

20 Edullisesti mittaustulosten perusteella säädetään sinkkijauheen syötön lisäksi lietteen redox-potentiaalia, liuoksen happamuutta/emäksisyyttä, kiintoaineepitoisuutta ja/tai reaktorin lämpötilaa.

25 Lämpötilaa säätmällä voidaan vähentää saostuvien ei-toivottujen aineiden muodostumista. Lämpötila optimoidaan sopivaksi ottamalla huomioon, että esim. koboltinpoistossa saostuu kipsiä liian matalassa lämpötilassa ja liian korkeassa lämpötilassa alkaa saostua anhydriittiä. Näiden kiintoaineiden saostumista voidaan kuitenkin vähentää poistamalla prosessista 30 isokokoisia kiintoainepartikkeleita, esim. luokittamalla.

35 Keksinnön eräässä sovelluksessa metallinpoisto on koboltinpoisto. Eräässä sovelluksessa metallinpoisto suoritetaan ainakin kahdessa sarjaan kytketyssä reaktorissa.

Keksinnön eräässä sovelluksessa mittausväline järjestetään reaktorin ulostuloputken tai reaktoreiden

välisen yhdysputken yhteyteen. Eräässä sovelluksessa happamuuden/emäksisydden mittausväline järjestetään reaktorisäiliön yhteyteen.

5 Keksinnön eräässä sovelluksessa redox-potentiaalin mittaus suoritetaan mittauselektrordin avulla. Edullisesti reaktorin ulostuloputkeen tai reaktoreiden väliseen yhdysputkeen on järjestetty yhde, johon elektrodi on sijoitettu.

10 Keksinnön eräässä sovelluksessa mittausväline pestää säännöllisesti, edullisimmin 1-2 tunnin välein likaantumisen estämiseksi.

15 Keksinnön eräässä sovelluksessa kunkin reaktorin yhteydessä suoritetaan mittauksia, jotka ohjaa-  
vät reaktorikohtaisesti halutun prosessimuuttujan tai -muuttujien säättämistä. Eräässä edullisessa sovelluk-  
sessa jokaisen reaktorin jälkeen on redox-potentiaalin mittaus, joka ohjaa reaktorikohtaista sinkkijauheen syöttöä.

20 Vaihtoehtoisessa sovelluksessa voidaan syöttää haluttuun reaktoriin sinkkijauhetta käsisäättöisesti haluttu määrä.

25 Edelleen eksintö koskee laitetta jatkuvatoin-  
misen metallipoiston ohjaamiseksi sinkinvalmistuspro-  
sessin yhteydessä, jossa metallinpoisto suoritetaan yhdessä tai useammassa reaktorissa, johon laitteeseen kuuluu vähintään yksi mittausväline redox-potentiaalin ja happamuuden ja/tai emäksisydden mittamiseksi reaktorin yhteydessä, vähintään yksi säätölaite metallin-  
poiston prosessimuuttujien säättämiseksi mittaustulosten 30 perusteella haluttuun suuntaan ja vähintään yksi ohjauslaite mittaustulosten ohjaamiseksi mittausväli-  
neeltä säätölaitteelle. Keksinnön mukaisesti redox-  
potentiaalin mittausväline on järjestetty reaktorisäi-  
liön ulkopuolelle ja on sijoitettu reaktoriin yhdiste-  
35 tyyn putken, jonka kautta reaktorissa syntynyt liete virtaa ulos, yhteyteen, ja laitteeseen kuuluu puhdis-

tusvälineet mittausvälineen puhdistamiseksi ennalta määrätyyn aikavälin välein.

Keksinnön mukainen laite on rakenteeltaan yksinkertainen ja siten edullinen toteuttaa.

5 Eräässä edullisessa sovelluksessa keksintö koskee keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen käytöä koboltinpoistoprosessissa sinkinvalmistuksen yhteydessä. Koboltinpoistoprosessin yhteydessä voidaan saostaa lisäksi esim. kuparia, nikkeliä, germaniumia ja antimonia. Koboltinpoistoprosessissa liuokseen, joka sisältää jäännöskuparia (esim. 50-300 mg/l) kuparirinpoistosta, lisätään aktivaattorina, esim. arseenioksidia, metallien saostamisen nopeuttamiseksi sinkkipitoisesta liuoksesta. Liuokseen lisätään lisäksi pelkistävää sinkijauhetta, jolloin saostuu kupariarsenia. Kupariarsenidi reagoi liuoksessa koboltin- ja nikkelin kanssa sinkijauheen läsnäollessa koboltti- ja nikkeliarsenidiksi. Esim. arseenin läsnäollessa koboltti ja nikkeli saadaan saostumaan kohtuullisen nopeasti, noin 1,5 tunnissa, koboltti- ja nikkeliarsenidiksi. Syntynyttä sakkaa, kuten kobolttiarsenidisakkaa, kierrätetään reaktorissa kiintoaineena reaktionopeuden ja saostumispinta-alan optimoimiseksi. Saostusprosessissa on oltava riittävästi kiintoainetta, jonka pinnalle epäpuhtaudet saostuvat. Pinnan on oltava puhdasta metallista kuparia tai kupari-, koboltti- tai nikkeliarsenia. Saostumisen parantamiseksi ja aktivoimiseksi. Partikkelienvälistä pinnalle saostuvat epäpuhtaudet, kuten emäksiset sinkkisulfaatit ja kalsiumsulfaatti, passivoivat sakan ja kasvattavat partikkeliikoa.

35 Vaihtoehtoisesti keksinnön mukaista menetelmää ja laitetta voidaan käyttää myös muiden metallien erottamiseen tai poistamiseen sinkinvalmistusprosessin yhteydessä.

## KUVALUETTELO

5 Keksintöä selostetaan seuraavassa yksityiskohtaisten sovellusesimerkkien avulla viitaten oheisiin kuviin, joissa

kuva 1 esittää hydrometallurgista sinkinvalmistusprosessia lohkokaaviona, ja

10 kuva 2 esittää erästä keksinnön mukaista laitesovellusta kaaviona koboltinpoistoprosessissa.

## KEKSINNÖN YKSITYISKOHTAINEN SELOSTUS

15 Kuvassa 1 on esitetty hydrometallurginen sinkinvalmistusprosessi. Hydrometallurgisessa sinkinvalmistusprosessissa sinkkimalmi ensin rikastetaan 1, ja sinkkirikaste pasutetaan 2. Pasutuksen 2 tarkoituksena on saattaa sulfidinen sinkki liukoiseen oksidimuotoon. Pasutuksen 2 jälkeen sinkkipasute liuotetaan rikkihapoon yhdessä tai useammassa vaiheessa 3, jolloin sinkkioksidit reagoivat sinkkisulfaatiksi. Liuotusvaiheessa 3 saostetaan rauta emäksisenä sulfaattina, so. ja rosiittisakkana, götiittinä tai hematiittina. Liuotusvaiheessa 3 liuennet epäpuhtaudet, esim. kupari, koboltti, nikkeli, germanium, antimoni ja kadmium, poistetaan sinkkisulfaattiliuoksesta liuospuhdistuksessa 4, joka suoritetaan edullisesti kolmessa vaiheessa 6,7,8. Ensimmäisessä vaiheessa 6 poistetaan pääosa kuparista sinkkipölyn 9 avulla. Toisessa vaiheessa 7 liuoksesta saostetaan koboltti, nikkeli, germanium, antimoni ja loput kuparista arseenitrioksidin 10 ja sinkkipölyn 9 avulla metalliarsenideina, jolloin sinkki toimii pelkistimenä. Kolmannessa vaiheessa 8 poistetaan kadmium sinkkipölyn 9 avulla. Puhdistettu sinkkiliuos johdetaan jäähdytyksen kautta elektrolyysiin 5, jossa se sekoitetaan kiertävän elektrolyytin kanssa. Elektrolyysisissä 5 sinkki pelkistetään katodeille metalliksi sähkövirran avulla. Pasutus, liuotus ja

elektrolyysi suoritetaan sinänsä alalla tunnetulla tavalla, joten niitä ei kuvata yksityiskohtaisemmin tässä yhteydessä.

5 Kuvassa 2 esitetyssä koboltinpoistossa sink-kisulfaattiliuoksesta 18 saostetaan koboltti, nikkeli, germanium, antimoni ja jäännöskupari monivaiheisesti kolmessa sarjaan kytketyssä reaktorissa 11a, 11b ja 11c. Reaktoreiden 11a-c ulostuloputkien tai yhdysputkien yhteyden yhteyteen on järjestetty mittauselektrodit 16a-c automaattista redox-potentiaalin mittausta varten reaktorissa syntyneestä lietteestä. Redox-potentiaalin mittauselektrodit 16a-c on yhdistetty ohjauslaitteeseen (ei esitetty kuvassa), joka välittää mittaustulokset sinkkijauheen syöttölaitteiden säätövälilineille 17a-c reaktorikohtaisesti prosessin kannalta halutun sinkkijauhemäärän syöttämiseksi reaktoreihin 11a-c. Elektrodit pestäään säännöllisesti noin tunnin välein niiden likaantumisen ja siitä johtuvien mittausvirheiden estämiseksi.

20 Kuvan 2 laitteessa BT-arvo määritetään automaattisilla titraattoreilla reaktoreiden sisällä olevalta liuoksesta. Titraattorit on yhdistetty ohjausjärjestelmään, jolloin mitatut BT-arvot välittyyvät ohjausjärjestelmään, joka ohjaa reaktoreissa 11a-c olevan lietteen happamuutta ja emäksisyyttä haluttuun suuntaan.

30 Vaihtoehtoisesti Redox-potentiaalit ja BT-arvot voidaan määrittää manuaalisesti, jolloin ne täytyy syöttää ohjausjärjestelmään tai niiden perusteella täytyy manuaalisesti säättää haluttuja prosessimuutuja.

35 Sinkkijauhe syötetään koboltinpoistoreaktoreihin 11a-c sinänsä alalla tunnettujen syöttölaitteiden 17a-c avulla, esim. ruuvisyöttimien avulla. Sinkkijauhetta ei ole edullista käyttää suurta stoikiometristä ylimäärää ei-toivottujen sivureaktioiden syntymisen takia; sinkin ylimäärä ei siis lisää saostusno-

peutta. Koboltinpoistossa reaktorin redox-potentiaali, lämpötila ja saostuspinta-ala vaikuttavat saostumisnopeuteen.

5 Koboltinpoistoprosessiin kuuluu lisäksi kaksi rinnakkain kytkettyä sakeutinta 12, jotka on järjestetty reaktorin 11c jälkeen ja joista käytetään vain toista kerrallaan. Sakeuttimen ylitteen ulostuloon 20 on järjestetty suotopuristin ylitteen puhdistamiseksi kiintoaineesta.

10 Saostusreaktoreissa 11a-c muodostunutta ja sakeuttimessa 12 sakeutettua kobolttiarseenidiletettä 13 laskeutetaan reaktorin pohjalle, josta sitä johdetaan alitteena sakeuttimen 12 yhteen 19 kautta ulos reaktorista ja kierrätetään takaisin ensimmäiseen reaktoriin 11a. Koboltilietettä 13 voidaan luokitella luokituslaitteella 14 ja prosessin kannalta haluttua jaetta 15 kierrättää takaisin prosessin ensimmäiseen reaktoriin 11a. Luokituslaitteella erotettu karkea, prosessin kannalta haitallinen fraktio, poistetaan prosessista ylitteen suodattimien kautta. Vaihtoehtoiseksi koko lietefraktio 21 voidaan kierrättää takaisin reaktoriin 11a tai johtaa ulos prosessista. Koboltisakkaa kierrätetään edullisesti siten, että koboltinpoistoreaktorin tai -reaktoreiden kiintoaineepitoisuus on noin 10-200 g/l, edullisemmin 30-100 g/l.

#### ESIMERKKI 1

30 Tässä kokeessa tutkittiin jatkuvatoimista koboltinpoistoprosessia. Prosessioloosuhteissa tehyssä kokeessa sarjaan järjestettyyn viiteen metallinpoistoreaktoriin, syötettiin sinkkijauhetta ruuvisyöttimen avulla. Jokaisen reaktorin jälkeen tai niiden välisiin yhdysputkiin oli järjestetty redox-potentiaalin mittauslektrodit, joiden avulla mitattiin redox-potentiaali reaktorista ulostulevasta lietteestä reaktorikohtaisesti. Mittaustulokset ohjasivat reaktori-

kohtaisesti sinkkipulverin syöttöä reaktoreihin. Mit-  
tauselektrodit pestiin tunnin välein niiden likaantu-  
misen estämiseksi.

Reaktoriliuosten happamuutta ja emäksisyyttä  
5 mitattiin BT-arvon avulla sinänsä tunnetulla titraus-  
menetelmällä. BT-arvo oli keskimäärin välillä 2,5-3,5.

Prosessissa päästiin sinkkipulverin kulutuk-  
sessa tasolle 0,6-0,7 g.

Kuitenkin korkea BT aiheutti pian prosessin  
10 käynnistämisen jälkeen sinkkisilikaatin eli hemimor-  
fiitin saostumisen. Prosesin kobolttisakan sinkki- ja  
piipitoisuudet nousivat. Hemimorfiitin läsnäolo aihe-  
utti sinkkitappioita, koska sinkin liuotus sakasta ei  
15 onnistunut samalla liuenneen piin aiheuttamien suoda-  
tusvaikeuksien vuoksi. Ongelma voitiin ratkaista pie-  
nentämällä BT-arvoa noin kahteen.

## ESIMERKKI 2

20 Tässä kokeessa tutkittiin jatkuvatoimista koboltinpoistoa vastaavissa olosuhteissa kuin esimerkis-  
sä 1, mutta BT-arvon ollessa noin 2.

Kokeessa aikaansaatiin yli 6 kk häiriötön ajo  
25 koboltinpoistoprosessissa ja lisäksi prosessin tulok-  
sena parempi ja tasalaatuisempi sinkkipitoinen liuos.  
Sinkkiliuoksesta mitattujen koboltin, nikkelin ja ku-  
parin pitoisuudet olivat pääsääntöisesti alle 0,2 g/l  
ja germaniumin, antimonin ja arseenin alle 0,02 mg/l.

30 Prosesstikokeiden perusteella huomattiin, että  
keksinnön mukaisella menetelmällä ja laitteella saavu-  
tettiin pieni sinkkijauheen kulutus metallinpoistore-  
aktoreiden yhteydessä verrattuna muihin sinkinvalmis-  
tusprosesseihin. Kupari ja kadmium voitiin saostaa  
35 liuospuhdistuksessa, so. metallinpoistossa, käytännöllisesti katsoen stoikiometristä sinkkijauhemäärää  
käyttäen. Koboltin ja nikkelin riittävään saostumiseen

tarvittiin lievää sinkkijauheen ylimäärää, sinkkijauheen syötön määrän ollessa noin 0,5 g/l. Muissa tunneissa vastaavissa koboltinpoistoprosesseissa sinkkijauheen syötön määrä on moninkertainen, sen ollessa 5 noin 3-4,5 g/l.

Keksinnön mukainen laite ja menetelmä soveltuват erilaisina sovelluksina erilaisten metallien poistamisen ohjaamiseksi sinkinvalmistusprosessin yhteydessä.

10 Keksinnön sovellukset eivät rajoitu esityihin esimerkkeihin, vaan ne voivat vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

## PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä jatkuvatoimisen metallinpoiston ohjaamiseksi sinkinvalmistusprosessin yhteydessä, jossa metallinpoisto suoritetaan yhdessä tai useammassa reaktorissa, reaktorin yhteydessä mitataan redox-potentiaalia ja happamuutta ja/tai emäksisyyttä ja mittaustulosten perusteella säädetään metallinpoiston prosessimuuttuja haluttuun suuntaan, tunnettu siitä, että redox-potentiaalimittaukset suoritetaan reaktorissa syntyneestä lietteestä reaktorisäiliön ulkopuolella, ja mittausväline puhdistetaan ennalta määritetyn aikavälin välein.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että reaktoriliuoksen happamuus ja/tai emäksisyys määritetään BT-arvon avulla.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että määritetään reaktoriliuoksen kiintoaineepitoisuus ja säädetään se sopivaksi.
4. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mittaustulosten perusteella säädetään sinkkijauheen syöttöä metallinpoistoreaktoriin.
5. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mittaustulosten perusteella säädetään lietteen redox-potentiaalia, liuoksen happamuutta/emäksisyyttä, kiintoaineepitoisuutta ja/tai reaktorin lämpötilaa.
6. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että metallinpoisto suoritetaan ainakin kahdessa sarjaan kytketyssä reaktorissa.
7. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mittausväline järjestetään reaktorin ulostuloputken tai reaktoreiden välisen yhdysputken yhteyteen.

8. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että happamuuden ja/tai emäksisyden mittausväline järjestetään reaktorisäiliön yhteyteen.

5 9. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 8 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että redox-potentiaalimittaus suoritetaan mittauselektrodin avulla.

10 10. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 9 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että metallinpoisto on koboltinpoisto.

15 11. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 10 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mittausväline pestäään säännöllisesti, edullisesti 1-2 tunnin välein.

20 12. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 11 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kunkin reaktorin yhteydessä suoritetaan mittauksia, jotka ohjaa-  
vät reaktorikohtaisesti halutun prosessimuuttujan sää-  
tämistä.

25 13. Laite jatkuvatoimisen metallipoiston oh-  
jaamiseksi sinkinvalmistusprosessin yhteydessä, jossa metallinpoisto suoritetaan yhdessä tai useammassa re-  
aktorissa (11a-c), johon laitteeseen kuuluu vähintään yksi mittausväline (16a-c) redox-potentiaalin ja hap-  
pamuuden ja/tai emäksisyden mittaamiseksi reaktorin yhteydessä, vähintään yksi säätölaite (17a-c) metallipoiston prosessimuuttujien säättämiseksi mittaustu-  
lostien perusteella haluttuun suuntaan ja vähintään yksi ohjauslaite mittaustulosten ohjaamiseksi mittausvä-  
lineeltä (16a-c) säätölaitteelle (17a-c), tunnettu siitä, että redox-potentiaalin mittausväline (16a-c) on järjestetty reaktorisäiliön ulkopuolelle ja on sijoitettu reaktoriin yhdistetyn putken, jonka kautta  
30 reaktorissa syntynyt liete virtaa ulos, yhteyteen, ja laitteeseen kuuluu puhdistusvälineet mittausvälineen puhdistamiseksi ennalta määritetyn aikavälin välein.

35

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laite, tunnettu siitä, että laitteeseen kuuluu BT-arvon määrityslaite reaktoriliuoksen happamuuden ja/tai emäksisyden määrittämiseksi.

5 15. Patenttivaatimuksen 13 tai 14 mukainen laite, tunnettu siitä, että laitteeseen kuuluu syöttölaite (17a-c) sinkkijauheen syöttämiseksi metallipoistoreaktoriin (11a-c), ja syöttölaite on yhdistetty säätö- ja/tai ohjauslaitteeseen.

10 16. Jonkin patenttivaatimuksista 13 - 15 mukainen laite, tunnettu siitä, että mittausväline (16a-c) on järjestetty reaktoreiden välisen yhdysputken yhteyteen.

15 17. Jonkin patenttivaatimuksista 13 - 16 mukainen laite, tunnettu siitä, että happamuuden ja/tai emäksisyden mittausväline on järjestetty reaktorisäiliön yhteyteen.

20 18. Jonkin patenttivaatimuksista 13 - 17 mukainen laite, tunnettu siitä, että redox-potentiaalin mittausvälineeseen (16a-c) kuuluu ainakin yksi mittauselektrodi.

19. Jonkin patenttivaatimuksista 13 - 18 mukaisen laitteen käyttö koboltinpoistoprosessissa.

## (57) TIIVISTELMÄ

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laite jatkuvatoimisen metallinpoiston ohjaamiseksi sinkinvalmistusprosessin yhteydessä, jossa metallinpoisto suoritetaan yhdessä tai useammassa reaktorisissa (11a-c), reaktorin yhteydessä mitataan redox-potentiaalia (16a-c) ja hapamuutta ja/tai emäksisyyttä ja mittaustulosten perusteella säädetään metallinpoiston prosessimuuttuja (17a-c) haluttuun suuntaan. Keksinnön mukaisesti redox-potentiaalimittaukset (16a-c) suoritetaan reaktorissa syntyneestä lietteestä lietteen ulostuloputken yhteydessä reaktorisäiliön ulkopuolella, ja mittausväline (16a-c) puhdistetaan ennalta määritetyn aikavälin välein.

(Fig. 2)

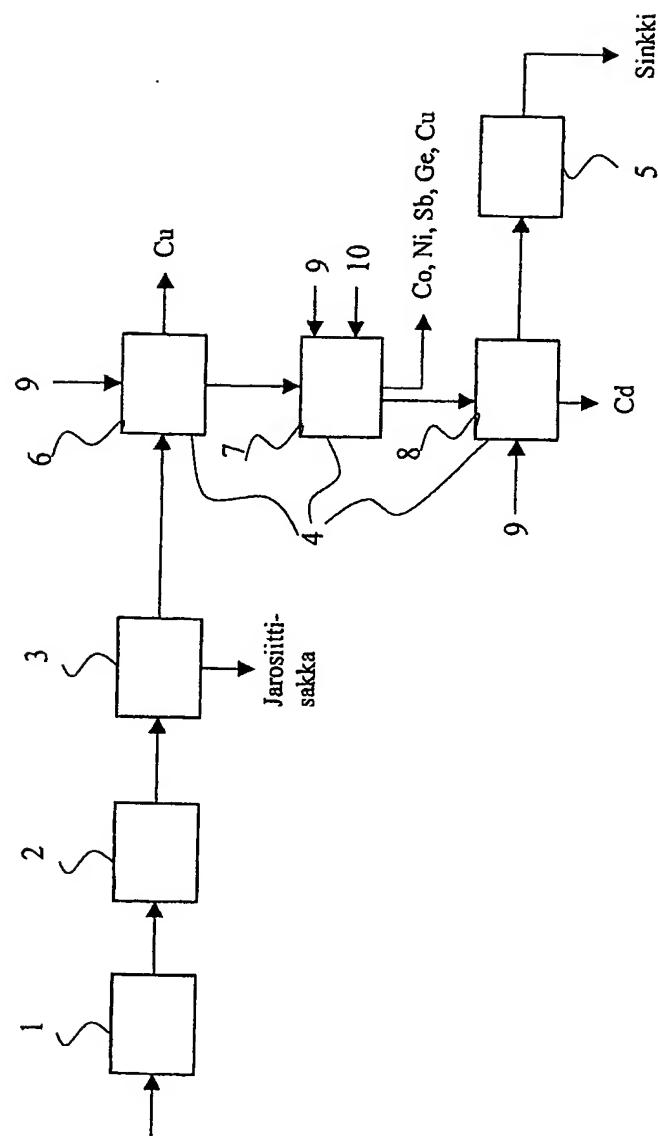


Fig. 1

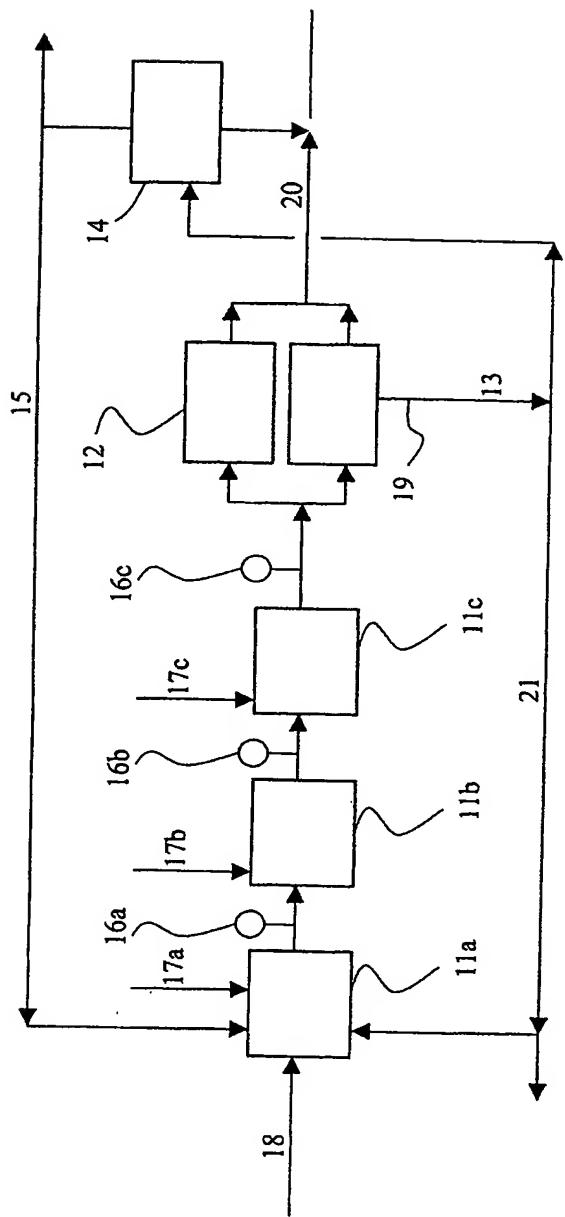


Fig. 2